



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
CURSO DE AGRONOMIA

ANDERSON HERCULANO GALVÃO

DENSIDADE DE PLANTIO NA PRODUTIVIDADE DO SORGO SACARINO

FORTALEZA – CE

2016

ANDERSON HERCULANO GALVÃO

DENSIDADE DE PLANTIO NA PRODUTIVIDADE DO SORGO SACARINO

Monografia submetida ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências da Disciplina Atividade Supervisionada para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Lamartine Soares Cardoso de Oliveira.

Coorientadora: M.^a Tatiana Maria da Silva

FORTALEZA – CE

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

G171d Galvão, Anderson Herculano.

Densidade de plantio na produtividade do sorgo sacarino / Anderson Herculano Galvão. – 2016.
37 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2016.

Orientação: Prof. Dr. Lamartine Soares Cardoso de Oliveira.

Coorientação: Prof. Me. Tatiana Maria da Silva.

1. Espaçamento . 2. Sorghum bicolor (L.) Moench. 3. Fitomassa. I. Título.

CDD 630

ANDERSON HERCULANO GALVÃO

DENSIDADE DE PLANTIO NA PRODUTIVIDADE DO SORGO SACARINO

Monografia submetida ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências da Disciplina Atividade Supervisionada para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Lamartine Soares Cardoso de Oliveira.

Coorientadora: Tatiana Maria da Silva

Aprovada em: ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Lamartine Soares Cardoso de Oliveira (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Mestra Tatiana Maria da Silva (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Mestre José Arnaldo Farias Sales
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Mestre Ramon Costa Feitosa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

*“Você é parte do plano de Deus. Você é tocado pela ternura de Deus
e é um vitorioso na vitória de Deus!”*

Max Lucado

A todos os meus familiares
Principalmente a meus irmãos e cunhados (as)
OFEREÇO!

A Deus,
A meu paiho, *Marcos Antônio Feitosa da Justa,*
A minha mãe, *Sueli Herculano Galvão,*
**A minha esposa, *Mirlene Nogueira Barbosa Herculano,* pela dedicação e acreditar em meus
esforços diários.
DEDICO!**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por esta vitória, pela saúde e oportunidades. À família pelo apoio e compreensão em todos os momentos, principalmente nos momentos de ausência: minha esposa, *Mirlene*, minha mãe *Sueli*, meu pai *Marcos* e pai *Jose Mauricio de Matos Galvão (in memorial)*, meus irmãos: *Adriano, Andrea e André*. Agradeço à Universidade Federal do Ceará e a todos os professores e funcionários que fizeram parte do meu aprendizado, em especial o meu orientador *Dr. Alexandre Bosco de Oliveira*.

Agradeço ao meu orientador substituto e amigo, *Dr. Lamartine Soares Cardoso de Oliveira*. À minha amiga e coorientadora, *M.^a Tatiana Maria da Silva*, pelo brilhante trabalho de orientação, bem como pela sua amizade, ensinamentos e compreensão nesse período final de curso.

À amizade que construí com *Antônia Gardênia Domingos Sousa* e aos amigos *Deives, Fabricio, Ulisses, Cristiano, Glauber e amigas Luiza, Darlene, Gabriele, Flavia Rafaela Rocha* e aos demais que estiveram ao meu lado na vida acadêmica sempre incentivando.

Os casais *Alexandre Fernandes e Cléia Santos, Alba Nopa e Damião Freire*.

Agradeço aos amigos de laboratório *André, Bruno Lessa, Joana, Ronimeire, Fátima, Camila, Fidel, Wesley, Ítalo, Dr. Aldiel Lima, Dr. Geocleber Gomes*.

Aos componentes da banca examinadora, Mestre *José Arnaldo Farias Sales* e Mestre *Ramon Costa Feitosa*, pelas observações e contribuições dadas ao trabalho.

RESUMO

O sorgo sacarino surge como uma alternativa a ser utilizada na entressafra da cana-de-açúcar para a geração de biomassa na produção de etanol. Um fator a ser considerado e estudado para o bom desenvolvimento da cultura é a densidade de plantio e o espaçamento entrelinhas. A escolha do arranjo de plantio adequado é uma prática de manejo importante para otimizar o rendimento da produção do sorgo sacarino, pois afeta diretamente a interceptação da radiação solar, na competição por água e nutrientes, que são fatores determinantes da produtividade. Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade de biomassa de sorgo sacarino em função de diferentes espaçamentos entrelinhas e população de planta. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Vale do Curu, Pentecoste - CE, os genótipos de sorgo sacarino utilizadas (BRS 506, SF-15 e 7C30) foram submetidas aos espaçamentos entrelinhas de 50; 60; 70 e 80 cm, e entre as plantas de 8; 12 e 16 cm. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com quatro repetições em esquema fatorial triplo (3x4x3), sendo três genótipos, quatro espaçamentos entre linhas e três espaçamentos entre plantas. As plantas foram colhidas aos 110 DAS para os genótipos BRS 506 e 7C30 e aos 130 DAS para o genótipo SF 15, onde foram estudadas as seguintes variáveis: massa da matéria fresca e seca das partes separadamente, folhas (MFF e MSF), colmos (MFC e MSC) e massa da matéria seca total (MST). Observou-se que as variáveis MFF e MFC apresentaram melhores médias para o genótipo BRS 506 com 2,38 e 53,99 t.ha⁻¹. Quando as variáveis foram analisadas no fator espaçamento entrelinhas observou-se as melhores médias no espaçamento entrelinhas de 50 cm, justificado pela maior quantidade de plantas por hectare. O genótipo BRS 506 apresentou melhores índices de biomassa sendo recomendada para plantio no semiárido nordestino, adotando-se o espaçamento entrelinhas de 50 cm e o espaçamento entre plantas de 8 cm totalizando 240.000 plantas por hectare.

Palavras chaves: Espaçamento, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, fitomassa.

ABSTRACT

Sorghum emerged as an important alternative to be used in the sugar cane harvest for the generation of biomass in ethanol production. An important factor to be considered and studied for the good development of the crop is the density of planting, the spacing between rows and the density of planting can directly influence the productivity of the crop. Therefore, the choice of the appropriate plant arrangement is an important management practice to optimize yield of sorghum, as it directly affects the interception of solar radiation, in competition for water and nutrients, which are determinants of productivity. In view of the above, the objective of this work was to evaluate the biomass productivity of sorghum as a function of different spacings between lines and plant population. The experiment was carried out at the Curu Valley Experimental Farm, Pentecoste-CE, the sorghum genotypes used (BRS 506, SF-15 and 7C30) were submitted to spacing between 50; 60; 70 and 80 cm, and between the plants of 8; 12 and 16 cm. The experimental design was a randomized block design, with four replications in a factorial scheme (3x4x3), three genotypes, four spacing between rows and three spacings between plants. The plants were harvested at 110 DAS for genotypes BRS 506 and 7C30 and at 130 DAS for genotype SF 15, where the variables fresh and dry matter of the parts were separately analyzed, leaves (MFF and MSF), stalks (MFC and MSC) and total dry matter mass (MST) which was determined with the sum of the dry matter mass of the parts. It was observed that the MFF and MFC variables presented better means for the BRS 506 genotype with 2.38 and 53.99 t ha⁻¹. When the variables were analyzed in the factor between lines, it was always presented with better averages in the spacing between the lines of 50 cm, justified by the greater amount of plants in the hectare, with a compensation. It was concluded that the BRS 506 sorghum genotype had better biomass indexes and was recommended for planting in the northeastern semi-arid region, adopting 50 cm spacing and 8 cm plant spacing, with a population of 240,000 plants per hectare

Key words: Spacing, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, phytomass.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Experimento localizado na Fazenda Experimental Vale do Curu, Pentecoste-CE, genótipos instalados (A), feixes de sorgo sacarino (B), pesagem dos feixes em balança digital (C), separação das folhas para pesagem de matéria fresca (D), pesagem da matéria fresca do colmo (E) e armazenamento para posterior pesagem da matéria seca das partes (F).....	21
Figura 2: Matéria fresca do colmo (MFC) de três genótipos de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entrelinhas e entre plantas.....	23
Figura 3: Matéria fresca do colmo (MFC) de três genótipos de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entre plantas.....	24
Figura 4: Matéria fresca da folha (MFF) de três genótipos de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entrelinhas.....	24
Figura 5: Matéria fresca da folha (MFF) de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entrelinhas.....	25
Figura 6: Matéria fresca da folha (MFF) de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entre plantas.....	26
Figura 7: Matéria seca do colmo (MSC) de três genótipos de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entrelinhas.....	28
Figura 8: Matéria seca do colmo (MSCt) de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entrelinhas.....	29
Figura 9: Matéria seca do colmo (MSC) de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entre plantas.....	29
Figura 10: Matéria seca da folha (MSF) de três genótipos de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entrelinhas.....	30
Figura 11: Matéria seca da folha (MSF) de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entrelinhas.....	30

Figura 12: Matéria seca da folha (MSF) de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entre plantas.....	31
Figura 13: Matéria seca total (MST) de três genótipos de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entrelinhas.....	32
Figura 14: Matéria seca total (MSTt) de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entrelinhas.....	32
Figura 15: Matéria seca total (MST) de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entre plantas.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Principais parâmetros meteorológicos referentes ao período do experimento de 07 de Março a 26 de Julho de 2015 em Pentecoste – CE.....	19
Tabela 2: Condições físico-químicas do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm da área experimental da Fazenda Vale-do-Curu em Pentecoste, Ceará.....	20
Tabela 3: Resumo da ANOVA das variáveis com dados normalizados pelo sistema box-cox: Massa fresca do colmo (MFC), da folha (MFFt) e total (MFT) e massa seca do colmo (MSCt), da folha (MSFt), e total (MSTt) de sorgo sacarino produzido no semiárido (Pentecoste-CE).....	22
Tabela 4: Matéria fresca total (MFT) de três genótipos de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entrelinhas.....	27
Tabela 5: Matéria fresca total (MFT) de três genótipos de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entrelinhas. Análise do desdobramento do espaçamento entre planta dentro de cada nível de espaçamento entre linhas.....	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Sorgo sacarino	15
2.1.1	Visão geral.....	15
2.1.2	Importância econômica do sorgo sacarino.....	16
2.1.3	Sorgo sacarino no nordeste (semiárido).....	16
2.2	Densidade de plantio.....	17
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
3.1	Local e período de execução.....	19
3.2	Montagem do experimento.....	19
3.3	Variáveis estudadas.....	20
3.4	Análise estatística dos dados.....	21
4	RESULTADO E DISCUSSÃO.....	22
5	CONCLUSÃO.....	34
	REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

O sorgo é uma planta da família Poaceae, do gênero *sorghum*, e da espécie *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Por ser uma planta C4, implica em um melhor aproveitamento de água, evitando perda pela regulação da abertura dos estômatos e tendo maior tolerância a elevadas temperaturas, apresentando altas taxas fotossintéticas, obtendo bom crescimento e desenvolvimento, com melhor produtividade, com o aumento da intensidade luminosa, tendo em vista que as outras condições sejam favoráveis. Apesar do sorgo ser uma planta tolerante ao estresse hídrico, sofre efeitos adversos ocasionando baixas produtividades (CUNHA; SEVERO FILHO, 2010).

O Brasil tem uma série de vantagens que o qualificam em uma posição de destaque frente a agricultura e com capacidade de liderança no mercado de bioenergia em escala mundial. A primeira é a possibilidade de dedicar novas terras à agricultura de energia sem a necessidade de reduzir a área utilizada na agricultura de alimentos. Além disso, em muitas áreas do país, é possível fazer múltiplos cultivos sem irrigação, num mesmo ano agrícola e em outras áreas essa possibilidade poderá ser implantada e ou ampliada com o manejo adequado da irrigação. O Brasil possui a base para produção de bioenergia devido à alta intensidade de radiação solar que recebe durante todo o ano, por situar-se nas faixas tropical e subtropical. Além de possuir ampla diversidade de clima e exuberância de biodiversidade, e um quarto das reservas de água doce do planeta (OLIVEIRA; RAMALHO, 2006).

Entre as culturas de grande potencial energético as de maior destaque no Brasil é a cana-de-açúcar que se desenvolve bem no trópico úmido. O sorgo sacarino se assemelha à cana-de-açúcar, uma vez que o armazenamento do açúcar ocorre no colmo, além de fornecer bagaço para a indústria (SOUZA et al., 2005).

O sorgo sacarino difere de maneira acentuada da cana-de-açúcar pelo fato de ser cultivado a partir de sementes e apresentar um ciclo vegetativo bem mais curto, de 90 a 130 dias. Adicionalmente, o sorgo sacarino produz grãos, que podem ser utilizados na alimentação humana, além de reconhecidamente, uma opção economicamente viável na alimentação animal (SOUZA et al., 2005). Sendo assim, seu ciclo de cultivo e colheita abrange o período da entressafra da cana-de-açúcar, principalmente na região centro-sul do Brasil, contribuindo para o aumento de oferta, ou seja, quanto maior oferta menor o preço, comum no período de entressafra da cana-de-açúcar (MOREIRA, 2010).

Um fator importante a ser considerado e estudado para o bom desenvolvimento da cultura é a densidade de plantio e o espaçamento entrelinhas. A quantidade de plantio pode variar para mais ou para menos em função de muitos fatores como a cultivar, as condições de capacidade produtiva do solo da região e a distribuição de chuva local. Ao definir o melhor arranjo de plantio, almeja-se adequar o melhor espaçamento e a melhor população para cada cultivar (ALBUQUERQUE et al., 2011).

Portanto, a escolha do arranjo de plantas adequado é uma prática de manejo importante para otimizar o rendimento da produção do sorgo sacarino, pois afeta diretamente a interceptação de radiação solar, na competição por água e nutrientes, que são fatores determinantes da produtividade. Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade de biomassa de sorgo sacarino em função de diferentes espaçamentos entrelinhas e população de planta.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SORGO SACARINO

2.1.1 Visão geral

A domesticação do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é datada de mais ou menos 3000 a.c. e aconteceu no Egito Antigo e Etiópia e depois se disseminou pelo mundo, se adaptando ao clima de cada país ou região onde era cultivado. Em Moçambique constitui o principal alimento da população. Além de ser o quinto alimento mais consumido no mundo, ficando atrás apenas do trigo, do arroz, do milho e da cevada. A semente é um alimento muito consumido por humanos em alguns países das Américas, África, Ásia e Oceania, sendo também usado para a alimentação animal. (SILVA, 2009).

Com relação ao centro de origem do sorgo a literatura diz que é africana, mas há evidências que também possa existir algumas variedades de origem indiana. No Brasil, a semente foi introduzida por volta do século XX nos Estados de Goiás e Minas Gerais, mas há indícios que possa ter aparecido aqui antes desta data com a vinda de escravos da África. Na China, onde a cana-de-açúcar tem dificuldades para se adaptar ao clima, o sorgo sacarino é a alternativa para a produção de etanol. (SILVA, 2009).

O sorgo se apresenta com cinco diferentes aptidões, entre eles está o sorgo granífero, vassoura, forrageiro, biomassa e sacarino, cada um dos tipos com uma finalidade específica (EMBRAPA, 2014). O sorgo sacarino é planta anual, apresenta caule compostos por nós, entrenós ou internódios, que sustentam as folhas e inflorescências. A altura da planta é variável entre genótipos, podendo alcançar até 4 metros de altura, dependendo do número e comprimento dos entrenós, gerando inflorescência terminal tipo panícula, que é rica em amido. A panícula é aberta e produz grãos (sementes), o fruto é uma cariopse ou grão seco (DINIZ, 2010; MAGALHÃES et al., 2010).

Possui o colmo rico em açúcares e é destinado a produção de etanol, sendo bastante utilizado na entressafra da cana-de-açúcar nas usinas (IPA, 2008). Uma vantagem apresentada pelo sorgo sacarino com relação a cana-de-açúcar é o fato de ser cultivado a partir de sementes e ter um ciclo vegetativo que vai de 90 a 130 dias. O sorgo sacarino não só produz grãos que podem ser usados na alimentação humana como também é viável na alimentação animal, (SOUZA et al, 2005) com a vantagem que seu ciclo de cultivo e colheita se dá no período da entressafra da cana-de-açúcar que ocorre na região centro-sul do Brasil. Com isso contribuindo para o aumento da oferta (MOREIRA, 2010).

2.1.2 Importância econômica do sorgo sacarino

O Brasil tornou-se um dos países pioneiros na utilização da bioenergia, em vista da implementação do programa Pró-Álcool. A Embrapa Milho e Sorgo deu início a um programa de melhoramento com cultivares de sorgo sacarino, objetivando desenvolver uma cultivar destinadas a produção de álcool, visando principalmente pequenas destilarias com incentivos governamentais na década de 80, com o plano nacional de Agroenergia (PNA 2006-2011), a Embrapa vem dando mais importância as cultivares de sorgo sacarino (produção de etanol de 1ª-geração de resíduos) e de sorgo-energia (biomassa diferenciada para características lignocelulósicas para fins energéticos, com foco em etanol de 2ª-geração ou cogeração de energia) (PURCINO, 2011).

O Brasil possui a base ideal para produção de bioenergia com exuberância de biodiversidade, além de tudo, temos um quarto das reservas de água doce do planeta (OLIVEIRA; RAMALHO, 2006). O país ainda possui um grande potencial energético, entre seus maiores destaques podemos citar as seguintes culturas: cana-de-açúcar e o sorgo sacarino. A cana-de-açúcar desenvolve-se bem no trópico úmido, e o sorgo sacarino desenvolve-se bem em clima semelhante ao da cana-de-açúcar, uma vez que o armazenamento do açúcar ocorre no colmo, além de fornecer bagaço para a indústria.

A partir de 2008, os estudos com as cultivares de sorgo sacarino foi reiniciada pela Embrapa Milho e Sorgo, devido ao seu potencial na geração de energia renovável e por produzir grande demanda por matéria-prima alternativa servindo para produção de etanol nas destilarias.

A cultura do sorgo sacarino vem se destacado como cultura complementar a cana-de-açúcar para produção de bioenergia. Apresentando menor potencial para a produção de biomassa (60 t ha⁻¹) e etanol (3,0 a 3,6 mil l ha⁻¹) quando comparado à cana-de-açúcar (80 a 85 t ha⁻¹ e 7,0 a 7,5 mil l ha⁻¹, respectivamente), porém, apresenta ciclo curto de produção (cerca de 120 dias), facilidades de mecanização da cultura, o teor relativamente alto de açúcares diretamente fermentáveis contidos no colmo e a possibilidade de prolongar a oferta de matéria prima nas usinas durante a entressafra de cana-de-açúcar têm gerado grande interesse pela cultura em várias regiões brasileiras (PARRELLA et al., 2010; TABOSA et al., 2010).

2.1.3 Sorgo sacarino no Nordeste

O Nordeste ocupa uma área de 18,27 % do território brasileiro, possuindo uma área de 1.561.177,8 km²; destes 962.857,3 km² estão inseridos no denominado Polígono das Secas, delimitado em 1936 e revisado em 1951, dos quais 841.260,9 km² abrangiam o Semiárido nordestino. A área territorial do Semiárido, assim delimitada, era superior à soma dos territórios da Alemanha, Itália, Cuba e Costa Rica (ARAÚJO, 2011). Os fatores mais marcantes desse ecossistema funcional são o clima, o solo e a vegetação.

O clima predominante na região de semiárido é caracterizado como seco e quente, com médias anuais de temperaturas em torno de 28°C, insolação superior a 3.000 horas/ano, umidade relativa em torno de 65%, precipitação total média anual abaixo de 800 mm e solos com baixa profundidade (ARAÚJO FILHO et al, 1995).

A cultura do sorgo por apresentar características como um sistema radicular bem desenvolvido, enrolamento e cobertura cerosa das folhas e por conseguinte baixa transpiração o torna tolerante ao estresse hídrico, se adaptando bem as condições encontradas na região semiárida nordestina, essas particularidades fazem do sorgo uma cultura objeto de diversas pesquisas em universidades e institutos buscando cada vez mais melhor adaptar a cultura ao semiárido (LESSA et al., 2015). Visando incrementar a renda de pequenos agricultores o sorgo sacarino surge no semiárido com a proposta de atender a demanda de mini e microdestilarias para a produção de etanol ou aguardente (PARRELLA, 2010).

2.2 Densidade de plantio

Várias práticas culturais são importantes na produção vegetal, entre estas a escolha do melhor arranjo de plantas é importante por favorecer o controle de plantas daninhas e proporcionar maior eficiência no aproveitamento dos recursos do ambiente, como luz, água e nutrientes (ALBUQUERQUE et al., 2012). Definindo-se o melhor arranjo das plantas na área, espera-se adequar o melhor espaçamento e a melhor população para cada cultivar, favorecendo maiores produtividades de grãos e/ou matéria seca (JONES; JOHNSON, 1997; BAUMHARDT; HOWELL, 2006; ALBUQUERQUE et al., 2011b).

Como já foi citado, uma maior densidade de plantio, tem vantagens como a cobertura mais rápida do solo, culminando na diminuição de plantas daninhas e sua reinfestação. O sorgo pode apresentar de 7 a 30 folhas totais na planta, dependendo do seu genótipo, sendo que alguns genótipos apresentam-se com 7 a 14 folhas. Os fatores que mais

influenciam no desenvolvimento do número de folhas do sorgo é o fotoperíodo e a temperatura, que são afetados diretamente com relação ao arranjo de plantas (RIBAS, 2003).

Nota-se quão importante é definir o melhor arranjo de plantio, visando um maior aproveitamento produtivo da cultura e um melhor aproveitamento da área. Diversas culturas já foram estudadas e definido o melhor arranjo de plantio. O sorgo sacarino vem sendo objeto de estudo em busca de uma definição dos melhores arranjos de plantio para as condições do semiárido.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local do experimento e período de execução

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Vale do Curu (FEVC), localizada no município de Pentecoste-CE, à 91 Km de Fortaleza, coordenadas UTM de 462620 E; 9577349 S e altitude de 48 m, durante o período de março a julho de 2015. Segundo a classificação de Köppen, o município de Pentecoste é BSw'h', clima quente com chuvas irregulares, distribuídas nos meses de fevereiro a maio. Os dados meteorológicos do período em que foi conduzido o experimento encontram-se abaixo (TABELA 1).

Tabela 1- Principais parâmetros meteorológicos referentes ao período do experimento de 07 de março a 26 de julho de 2015 em Pentecoste – CE

Período	T(°C)		UR (%)		P (mm)
	9 h	15h	9h	15h	
Março (07 a 31)	28,4	29,6	86,1	82,3	246,6
Abril	27,8	28,7	88,6	85,4	266,2
Maio	30,4	33,1	73,2	60,2	31,6
Junho	30,4	33,9	65,7	51,6	40
Julho (01 A 26)	29,5	34,8	67,7	56,5	56,2
Total (P)	-	-	-	-	639,8

Fonte: Estação Meteorológica da Fazenda Experimental Vale do Curu pertencente à Universidade Federal do Ceará. T: temperatura; UR: umidade relativa; P: pluviosidade acumulada.

3.2 Montagem do experimento

Inicialmente, foi coletado amostras de solo para as análises físico-química (Tabela 2) e de acordo com os resultados foi realizada adubação de fundação de NPK com 30, 50 e 45 kg.ha⁻¹, respectivamente, tendo-se como fontes para cada nutriente os adubos minerais ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio. Aos vinte dias após a semeadura foi realizada uma adubação de cobertura com 45 kg.ha⁻¹ de k e 140 kg.ha⁻¹ de N.

No preparo do solo foi feito uma aração seguida de uma gradagem. O plantio foi de forma manual e trabalhou-se com duas cultivares e um híbrido experimental, sendo eles, o BRS 506 adquirida no Departamento Comercial da Embrapa Produtos e Mercados/ Escritório de Sete Lagoas, MG, o SF 15 cedida pelo Instituto Agrônômico de Pernambuco – IPA e o híbrido experimental de código interno EJX 7C30 cedida pela empresa Ceres Sementes do Brasil Ltda., respectivamente.

Tabela 2- Condições físico-químicas do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm da área experimental da Fazenda Vale-do-Curu em Pentecoste, Ceará

Prof. (cm)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	S	T
----- cmolc.kg ⁻¹ -----								

0 – 20	5,80	1,20	0,33	0,49	1,49	0,15	7,8	9,3
20 – 40	5,40	1,60	0,37	0,35	1,16	0,10	7,7	8,9

	V	m	C	N	MO	P Assimil	C/N	PST
--- % ---								
----- g.kg ⁻¹ -----								
0 – 20	84	2	6,66	0,73	11,48	0,086	9	4
20 – 40	87	1	3,72	0,34	6,41	0,053	11	4

	D.G.	pH	CE	Areia G	Areia F	Silte	Arg.	Arg. Nat.
g.cm ⁻³ H ₂ O dS.m ⁻¹ ----- g.kg ⁻¹ -----								
0 – 20	1,46	6,7	0,85	68	593	249	90	61
20 – 40	1,55	7,0	0,66	50	571	271	108	92

Fonte: Laboratório de Solos/Água; Departamento de Ciências do Solo – UFC; Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos-FUNCEME.

O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições em parcelas fatorial de (3x4x3), sendo três genótipos, quatro espaçamentos entre linhas e três espaçamentos entre plantas. Cada parcela era constituída por quatro linhas de cinco metros, as duas linhas do centro sendo a área útil da parcela. Assim as parcelas variaram de 10 à 16 m², o experimento teve uma área total de 1872 m² e cada bloco teve uma área de 468 m² (FIGURA 1A).

3.3 Variáveis estudadas

No final do ciclo da cultura e respeitando a maturidade fisiológica de cada genótipo, sendo colhidas aos 110 dias após a semeadura para os genótipos BRS 506 e 7C30 e aos 130 dias após a semeadura para o genótipo SF 15, foram realizadas as amostragens em cada parcela coletando doze plantas das linhas úteis aleatoriamente (FIGURA 1B), com pesagem do feixe em balança digital de 15 kg (FIGURA 1C) para determinação da massa da matéria fresca total (MFT).

Em seguida separou-se quatro plantas para pesagem da massa da matéria fresca e seca das partes separadamente, folhas (MFF e MSF), colmos (MFC e MSC). A massa da matéria seca total (MST) foi determinada com o somatório da massa de matéria seca das partes (FIGURA 1D, E e F).

Figura 1- Local do experimento na Fazenda Experimental Vale do Curu, Pentecoste-CE, genótipos instalados (A), feixes de sorgo sacarino (B), pesagem dos feixes em balança digital (C), separação das folhas para pesagem de matéria fresca (D), pesagem da matéria fresca do colmo (E) e armazenamento para posterior pesagem da matéria seca das partes (F).



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4 Análise estatística dos dados

Os dados obtidos foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade das variâncias e quando atenderam a tais pressuposições foi feita análise de variância (ANAVA) com teste de Tukey (5%) para comparar as médias dos três genótipos e para o espaçamento entre plantas, e estudo de regressão polinomial para analisar os espaçamentos entrelinhas. Quando os dados não atenderam pelo menos uma das pressuposições, estatística supracitadas, estes foram submetidos ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, com comparações múltiplas por pares quando $p\text{-valor} \leq 0,05$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O resultado da análise de variância do experimento, apresentou efeito significativo ($p < 0,01$), pelo teste F, para os fatores isolados genótipo (G), espaçamento entre linhas (EL) e espaçamento entre plantas (EP) para as variáveis massa fresca da folha (MFF), massa seca do colmo (MSC), da folha (MSF) e total (MST). Verificou-se também que para a variável massa fresca do colmo (MFC) apenas os fatores isolados EL e EP apresentaram efeito significativo, já a variável massa fresca total (MFT) apresentou efeito significativo para os fatores genótipo e espaçamento entre plantas (TABELA 3).

Tabela 3- Resumo da análise de variáveis com dados normalizados pelo sistema box-cox: Massa fresca do colmo (MFC), da folha (MFFt) e total (MFT) e massa seca do colmo (MSCt), da folha (MSFt), e total (MSTt) de sorgo sacarino produzido no semiárido (Pentecoste - CE)

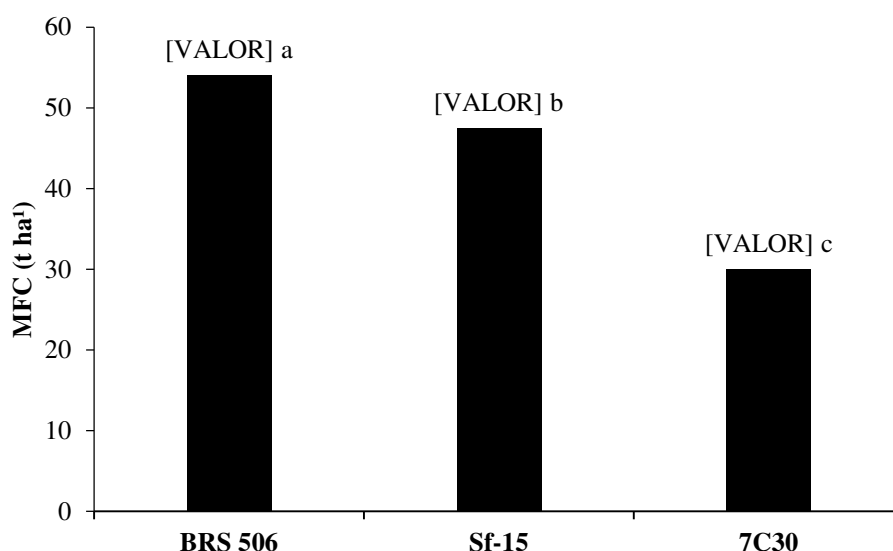
FV	GL	MFC	MFF	MFT	MSCt	MSFt	MSTt
		----- QM -----					
Bloco	3	172,6101 ^{ns}	0,3271 ^{ns}	11,983 ^{ns}	0,1923 ^{ns}	0,1213 ^{ns}	0,1557 ^{**}
Gen (G)	2	7381,1439 [*]	61,2165 ^{**}	1206,2065 ^{**}	1,1549 ^{**}	16,7818 ^{**}	0,1901 ^{**}
EspLin (EL)	3	1588,1327 ^{ns}	4,5884 ^{**}	2267,7285 ^{ns}	0,8540 ^{**}	1,5273 ^{**}	0,6955 ^{**}
EspPla (EP)	2	4995,5739 ^{**}	9,0699 ^{**}	8182,0543 ^{**}	4,5514 ^{**}	7,4060 ^{**}	3,7332 ^{**}
C x EL	6	139,0370 ^{ns}	0,2998 ^{ns}	273,1719 [*]	0,0567 ^{ns}	0,0619 ^{ns}	0,0242 ^{ns}
C x EP	4	64,6711 ^{ns}	0,2917 ^{ns}	95,8529 [*]	0,0459 ^{ns}	0,0297 ^{ns}	0,0221 ^{ns}
EL x EP	6	123,4009 ^{ns}	0,1310 ^{ns}	254,7081 ^{ns}	0,0488 ^{ns}	0,0669 ^{ns}	0,0203 ^{ns}
C x EL x EP	12	45,2492 ^{ns}	0,1481 ^{ns}	88,2531 ^{ns}	0,0207 ^{ns}	0,0611 ^{ns}	0,0117 ^{ns}
Erro	105	72,10012 ^{ns}	0,2309 ^{ns}	85,1287 ^{ns}	0,0596 ^{ns}	0,0744 ^{ns}	0,0293 ^{ns}
Total	143	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	19,37	19,83	16,10	11,79	21,02	6,72

Fonte: Elaborado pelo autor. FV: fatores de variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; ns, **, * respectivamente, não significativo, 1 e 5 % de probabilidade de erro pelo teste F da análise de variância (ANOVA).

Observando a Figura 2, nota-se que o genótipo BRS506 apresentou maior média para a massa fresca do colmo (53,99 t ha⁻¹), o SF 15 apresentou 47,48t ha⁻¹ e o híbrido 7C30 apresentou a menor média de 30,01 t ha⁻¹, quando estudados em diferentes espaçamentos entrelinhas e entre plantas. Vale ressaltar que a diferença da maior média produzida por BRS506 para a menor média produzida pelo híbrido 7C30, foi de 23,98 t ha⁻¹. As duas cultivares que apresentaram maiores médias estão dentro do índice da cultura (ALMODARES; HADI 2009).

De acordo com Pereira Filho et al. (2011) estudando o genótipo BR 501 em relação ao BR 506, teve uma melhor produção de massa fresca por m² de área devido a sua elevada altura, já o genótipo BR506 teve uma redução na sua estrutura o que diminui a incidência de acamamento ou quebramento, a qual interfere no processo de colheita, influenciando as perdas de biomassa, porém no estudo não houve redução caindo o rendimento de caldo e açúcares, por estar localizados na região de Sete Lagoas, MG. 2011, estando sujeitas a ação dos ventos fortes.

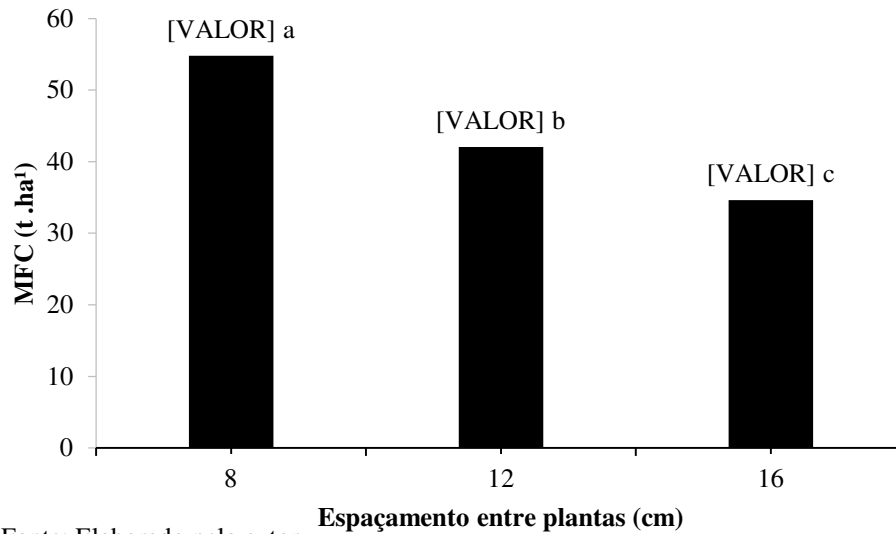
Figura 2- Matéria fresca do colmo (MFC) de três genótipos de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entrelinhas e entre plantas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na figura 3, observa-se que o espaçamento entre plantas que teve uma melhor média em relação a matéria fresca do colmo foi o espaçamento de 8 cm com 54,80 t ha⁻¹, a segunda media foi o espaçamento de 12 cm com 42,06 t ha⁻¹ e o espaçamento de 16 cm entre plantas apresentou menor média com 34,63 t ha⁻¹. Vale salientar que houve um efeito de compensação com relação a quantidade de colmo encontrado no menor espaçamento entre plantas, resultando em produtividades maiores por área cultivada, com a elevação do número de plantas por hectare. Segundo Albuquerque et al. (2010), trabalhando com duas cultivares e quatro densidades de plantio associadas a quatro espaçamento entre fileiras, verificaram que a redução no espaçamento provocou maior produtividade de matéria verde.

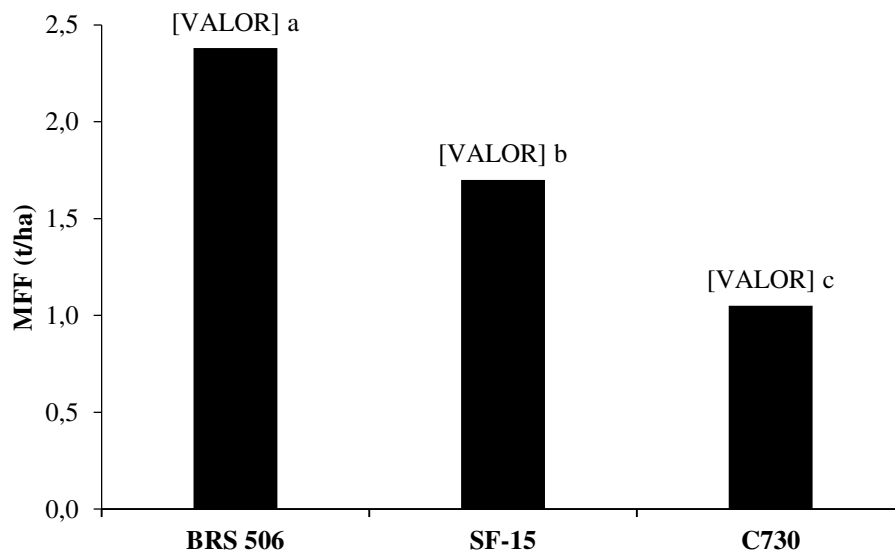
Figura 3- Matéria fresca do colmo (MFC) de três genótipos de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entre plantas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

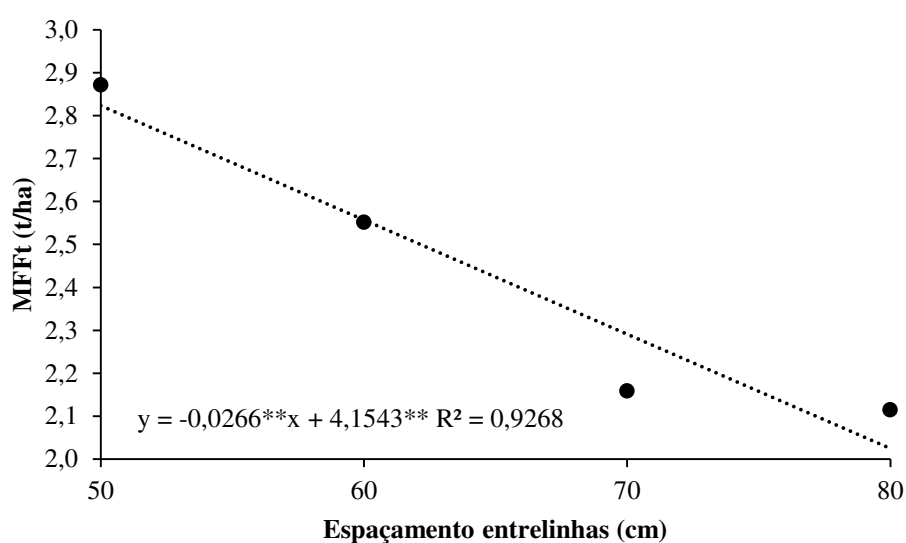
Na Figura 4 observa-se para a massa fresca da folha (MFF) que genótipo BRS 506 teve uma média mais elevada com 2,38 t ha⁻¹ e o 7C30 com a menor média de MFF, produzindo 1,05 t ha⁻¹. É esperado que plantas que apresentem maior quantidade de folhas ou maior peso, apresentem uma maior taxa fotossintética e conseqüentemente melhor desempenho em relação ao transporte de fotoassimilados (PACHECO et al., 2012), sendo assim o genótipo BRS 506 foi favorecido por apresentar a maior quantidade de massa fresca de folha.

Figura 4- Matéria fresca da folha (MFF) de três genótipos de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entrelinhas e entre plantas.



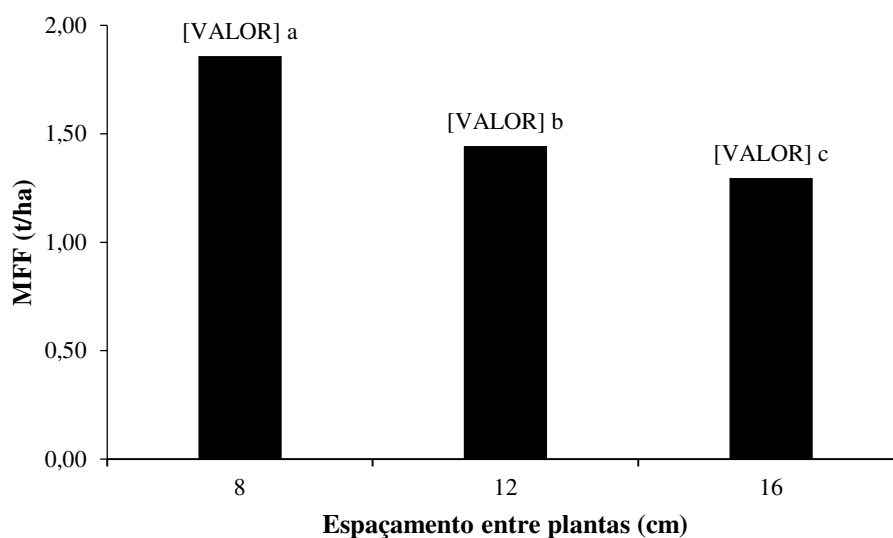
Como relação a MFF nos diferentes espaçamentos entre linhas estudados (Figura 5) nota-se que o espaçamento de 50 cm teve maior volume de folhas frescas ($10,69 \text{ t ha}^{-1}$) e o de 80 cm foi o menor resultado com $6,75 \text{ t ha}^{-1}$. O comportamento linear decrescente que ocorreu com o aumento do espaçamento pode estar interligado a população final de cada arranjo estudando, resultando em maior quantidade de plantas no hectare e consequentemente maior quantidade de matéria fresca de folha.

Figura 5-Matéria fresca da folha (MFF) de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entrelinhas.



Observa-se na Figura 6, ainda sobre a MFF, estudada no fator espaçamento entre plantas, que o melhor desempenho foi obtido quando se utilizou o espaçamento de 8 cm entre plantas, produzindo $1,86 \text{ t ha}^{-1}$, com o aumento do espaçamento entre plantas (12 e 16 cm) houve uma redução na produção de matéria fresca da folha para $1,44$ e $1,30 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente. Corroborando com os resultado encontrados por May et al. (2012) que estudando o sorgo sacarino em diferentes espaçamentos e população de plantas notaram que a massa fresca da folha aumentou em função do número de plantas por hectare, conforme a equação $Y = 6E-05X + 0,065$ [$R^2 = 0,98^{**}$, onde X = população de plantas (plantas ha^{-1})].

Figura 6-Matéria fresca da folha (MFF) de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entre plantas.



Na Tabela 4 estão expostos os dados de MFT, comparando as médias dos genótipos estudados com espaçamento entrelinhas adotadas no experimento. Observa-se que não houve diferença significativa entre os genótipos BRS 506 e SF-15 para os espaçamentos entrelinhas de 50 e 70 cm. O genótipo SF-15 apresentou as maiores médias quando estudado nos espaçamentos entrelinhas de 60 e 80 cm, com médias de 71,99 e 62,96 t ha⁻¹, respectivamente. A produção de massa fresca total por hectare, nos estudos Albuquerque et al. (2010) mostrou que com aumento do espaçamento entrelinhas, de 50 para 80 cm, houve uma queda de quase 10,63%, mostrando que o sorgo sacarino não tem capacidade na compensação produtiva de massa fresca total com o aumento do espaçamento, reduzindo a MFT, corroborando os encontrados neste experimento.

Tabela 4- Matéria fresca total (MFT) de três genótipos de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entrelinhas.

GEN	MFT (t ha ⁻¹)			
	50	60	70	80
	----- Espaçamento entrelinhas (cm) -----			
BRS 506	76,69 a	60,23 b	57,86 a	53,15 b
SF-15	84,57 a	71,99 a	63,61 a	62,96 a
7C30	42,23 b	44,82 c	33,21 b	36,29 c

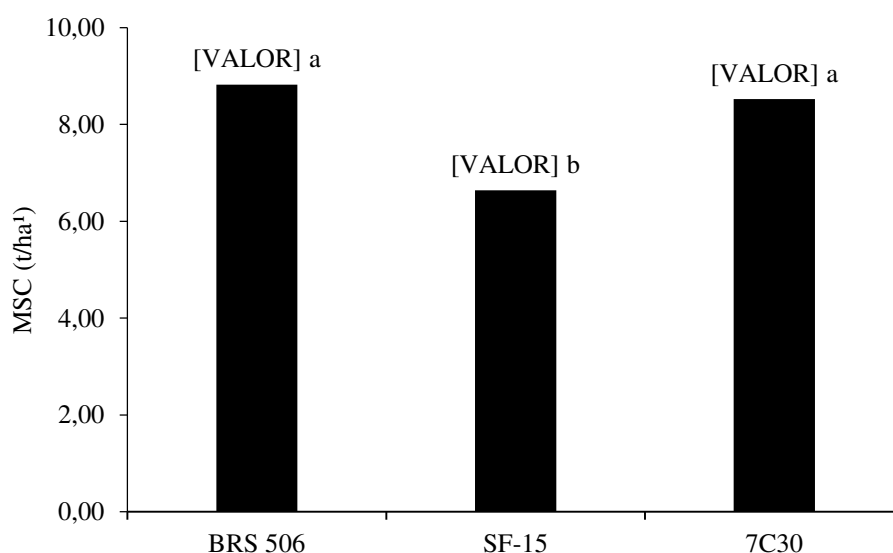
Com relação a massa fresca total, estudando-se o espaçamento entre plantas nos diferentes espaçamentos entrelinhas (TABELA 5) observa-se que o espaçamento entre plantas de 8 cm diferiu estatisticamente dos outros avaliados em todos os espaçamentos entre linhas estudados, obtendo a maior média de matéria fresca total de 89,17 t ha⁻¹, no arranjo de 50x8 cm, obtendo-se uma população de 240.000 plantas por hectare. Significando dizer que com o aumento do espaçamento entre plantas, houve uma redução da MFT. Ao trabalhar com diferentes populações e espaçamentos entrelinhas, Snider et al. (2012) verificou que o espaçamento entrelinhas teve influência significativa, porém, não havendo influência pelo número de plantas.

Tabela 5- Matéria fresca total (MFT) de três genótipos de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entrelinhas. Análise do desdobramento do espaçamento entre planta dentro de cada nível de espaçamento entre linhas

EP	MFT (t ha ⁻¹)			
	50	60	70	80
	----- Espaçamento entrelinhas (cm) -----			
8	89,17 a	73,71 a	61,56 a	62,82 a
12	62,44 b	55,53 b	47,73 b	48,59 b
16	51,87 c	47,81 b	45,39 b	40,98 b

Observando a Figura 7, nota-se que o genótipo BRS 506 apresentou maior média para a massa seca do colmo (8,82 t ha⁻¹), porém não houve diferença estatisticamente do genótipo híbrido 7C30, que apresentou a média de 8,52 t ha⁻¹, houve uma diferença significativa estatística do genótipo SF-15, que apresentou a menor média de 6,64 t ha⁻¹. Sendo assim o BRS506 e 7C30 tiveram um melhor desenvolvimento, obtendo as maiores medias da matéria seca do colmo. Por sua vez Skonieski et al. (2010), semeando no período de novembro encontrou valores de 17.527 kg/ha e 13.006 kg/ha de matéria seca, respectivamente. Em cultivares híbridos de sorgo forrageiro e de duplo propósito semeados em novembro. Estes valores superiores de produção de matéria seca podem ser explicados pela época de cultivo.

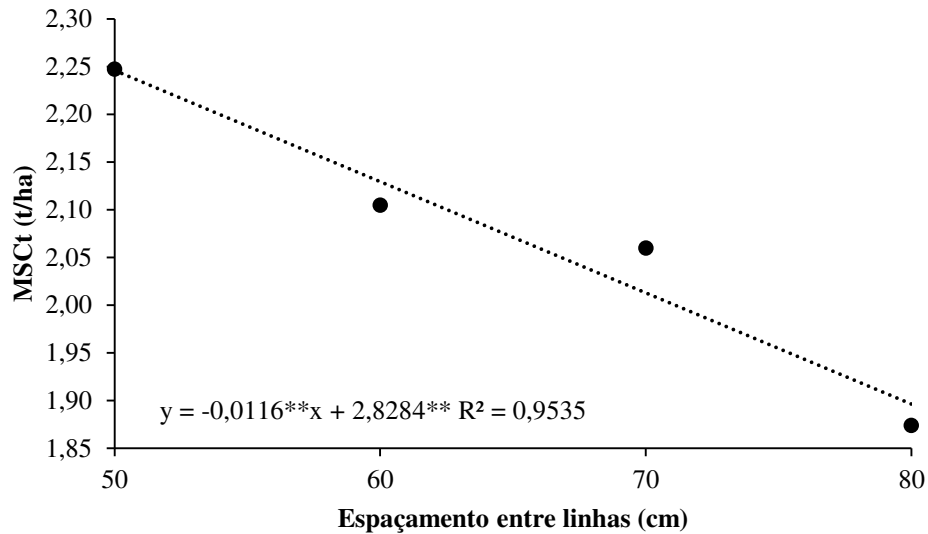
Figura 7- Matéria seca do colmo (MSC) de três genótipos de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entrelinhas e entre plantas



Observando a Figura 8, nota-se que o espaçamento de 50 cm entre linhas, obteve um melhor desempenho quanto a produtividade de matéria seca do colmo apresentando 9,46 t ha⁻¹, já no espaçamento de 80 cm entrelinhas, obteve o menor resultado 6,52 t ha⁻¹. Apresentando o comportamento observado nas outras variáveis estudadas quando analisadas no fator espaçamento entrelinhas.

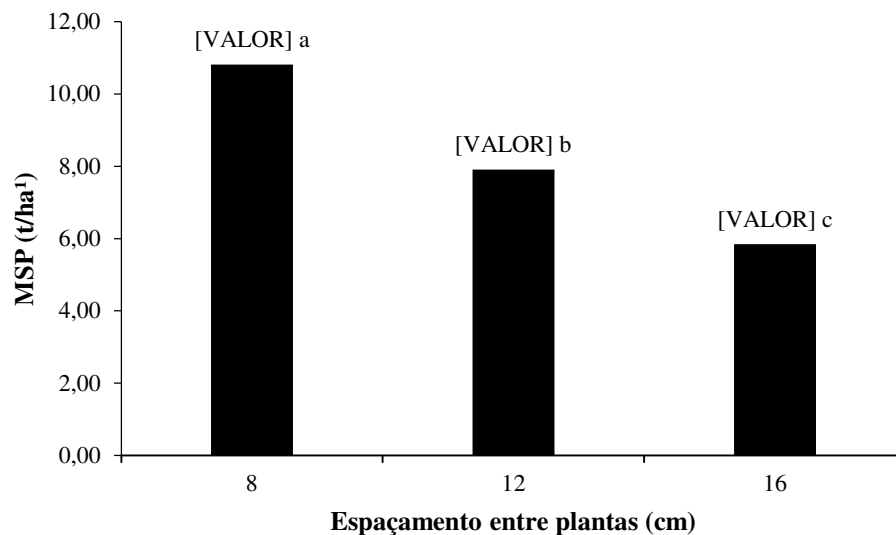
Os valores obtidos neste trabalho, nas condições de semiárido, são inferiores aos encontrado pelos autores Lourenço, Januário e Massa (2013), que ao verificarem cultivares de sorgo sacarino observaram produtividades de matéria seca de colmo de 20 a 22 t ha⁻¹.

Figura 8- Matéria seca do colmo (MSCt) de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entrelinhas



Na Figura 9, o espaçamento entre plantas que apresentou o melhor desenvolvimento de matéria seca do colmo foi o de 8 cm com média de $10,81 \text{ t ha}^{-1}$, havendo diferença estatisticamente dos demais espaçamentos. A menor média do espaçamento foi a 16 cm entre plantas ($5,84 \text{ t ha}^{-1}$), sendo assim com o aumento do espaçamento entre plantas houve uma redução da MSC.

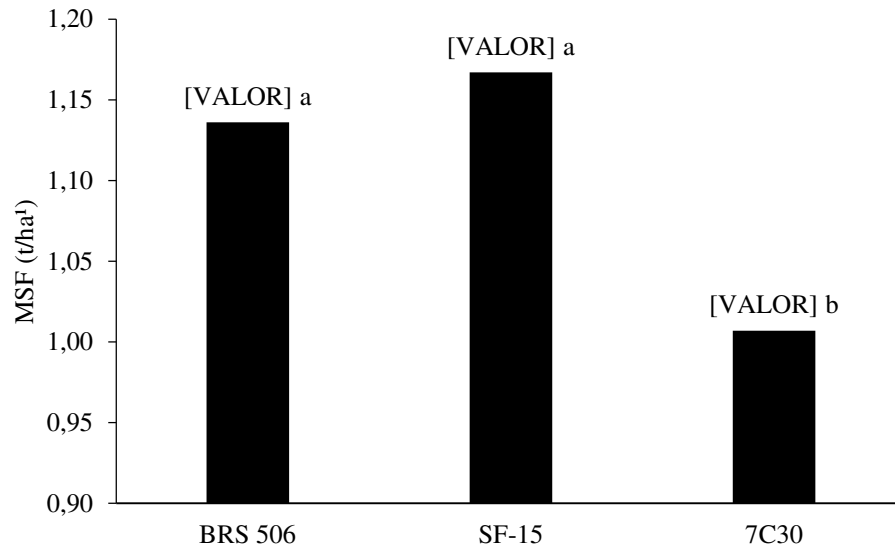
Figura 9- Matéria seca do colmo (MSC) de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entre plantas



Quanto a matéria seca da folha (Figura 10), nota-se que em diferentes espaçamentos entrelinhas, os genótipos SF-15 e BRS 506, não houve diferença estatisticamente, obtendo a maior média do volume de matéria seca da folha, $1,17 \text{ t ha}^{-1}$ e $1,14$

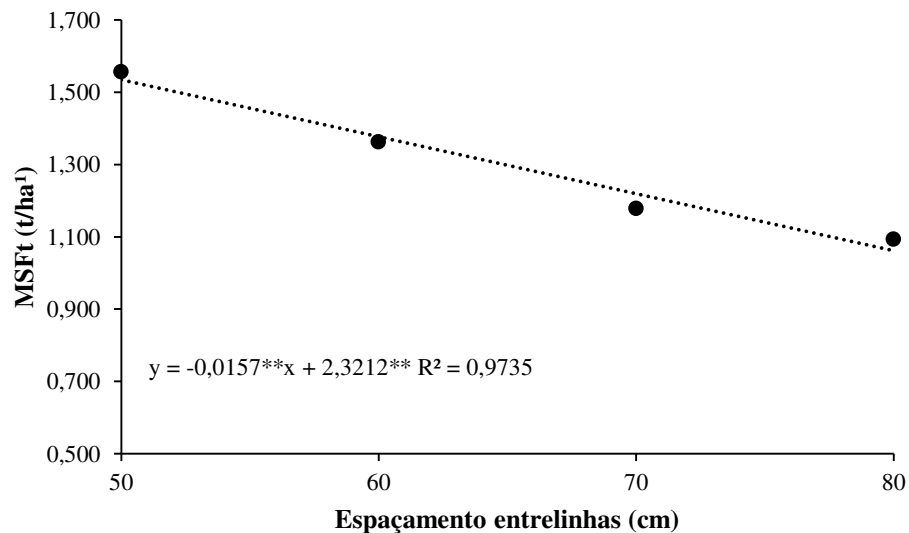
t ha⁻¹, respectivamente, havendo diferença estatisticamente do genótipo 7C30, o qual obteve a menor média (1,01 t ha⁻¹) do volume de matéria seca da folha.

Figura 10- Matéria seca da folha (MSF) de três genótipos de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entrelinhas e entre plantas



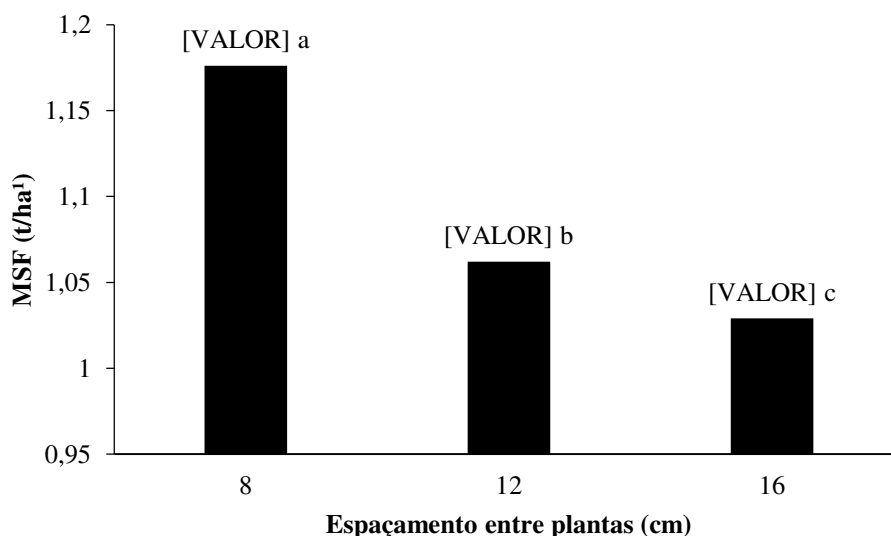
Na regressão linear apresentada na Figura 11, encontram-se as médias da variável MSF em relação ao fator espaçamento entrelinhas, que apresentou comportamento semelhante as demais variáveis analisadas nos diferentes espaçamentos entrelinhas. O espaçamento de 50 cm apresentou a melhor média do volume da matéria seca da folha (2,26 t ha⁻¹) e no espaçamento de 80 cm a menor média (1,43 t ha⁻¹) do volume da MSF.

Figura 11- Matéria seca da folha (MSF) de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entrelinhas.



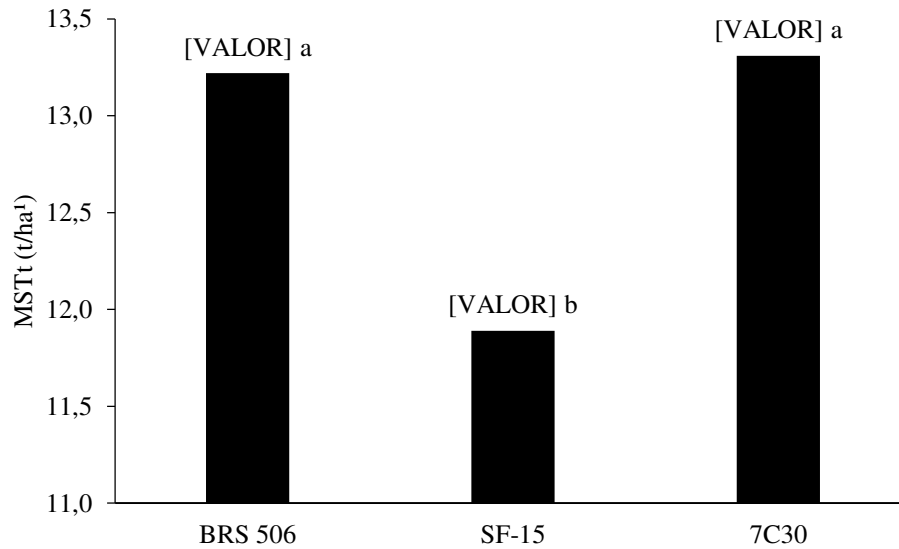
Na Figura 12, o espaçamento de 8 cm entre plantas, observa-se a melhor média da matéria seca da folha, com o resultado de 1,176 t ha⁻¹, em todos os espaçamentos entre plantas, houve diferença estatisticamente, os espaçamentos de 12 e 16 cm entre plantas (1,062 t ha⁻¹) e (1,029 t ha⁻¹), obtiveram resultados menores, respectivamente.

Figura 12: Matéria seca da folha (MSF) de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entre plantas.



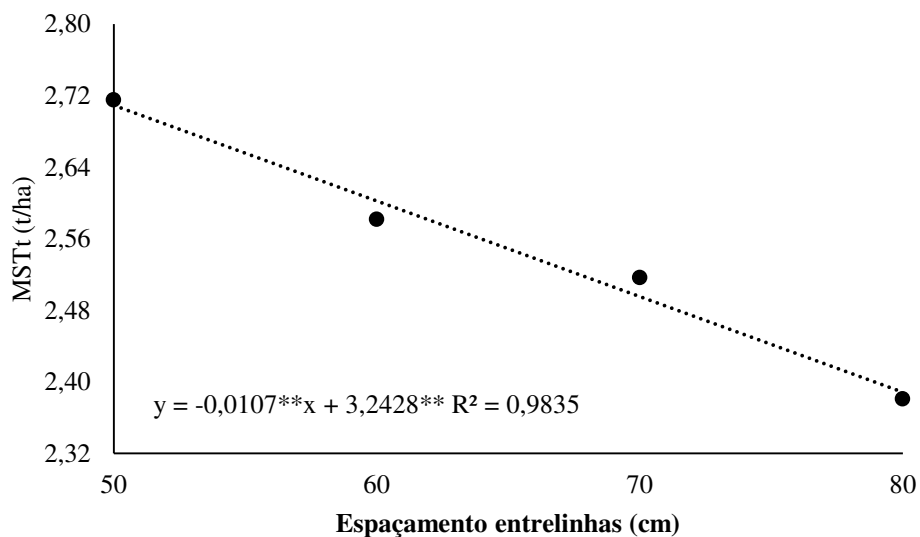
Estão expostos os dados de MST dos três genótipos, na figura 13, comparando as médias dos genótipos estudados com espaçamento entrelinhas adotados no experimento. Vimos que o genótipo BRS 506 e o 7C30, obtiveram médias mais elevada de Matéria seca total com 13,22 t ha⁻¹ e 13,31 t ha⁻¹ o SF-15 com a menor média de MST dos genótipos apresentados, produzindo (11,89 t ha⁻¹). Portanto o BRS 506 e o 7C30 não diferiram estatisticamente quando comparados em relação a MST. Avaliando vinte matérias de sorgo forrageiro em diferentes ambiente em Pernambuco, os valores encontrados por Tabosa et al. (2012) para a massa seca foi abaixo dos encontrado neste trabalho sendo eles para os municípios São Bento do Uma 4,13 e 9,93 t ha⁻¹, nos anos de 1999 e 2000 respectivamente e no município de Serra Talhada foram alcançados valores de 21,36 t ha⁻¹ no ano de 2000, média superior aos obtidos na realidade em que este experimento foi desenvolvido.

Figura 13- Matéria seca total (MST) de três genótipos de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entrelinhas e entre plantas



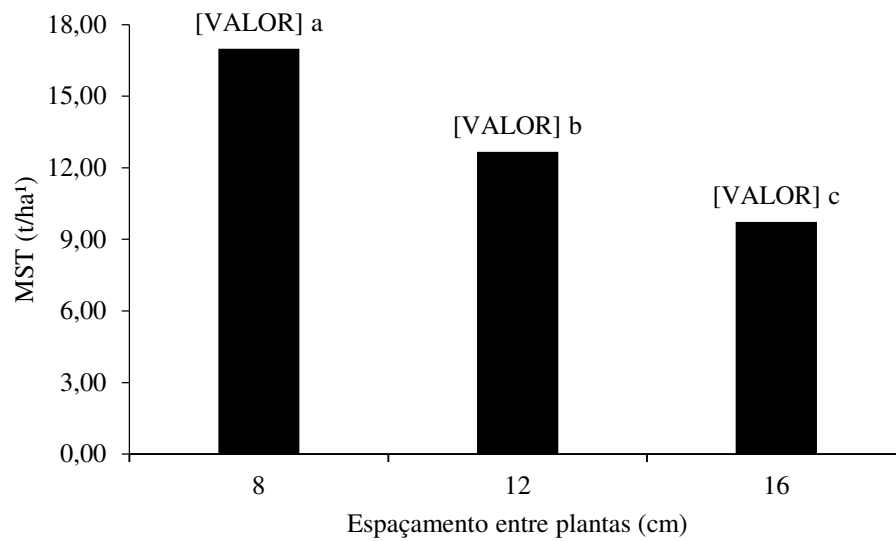
Como descrito anteriormente quando estudou-se as variáveis nos diferentes espaçamentos entrelinhas, na Figura 14 observamos que no espaçamento de 50 cm obteve-se a melhor média do volume da matéria seca total (15,11 t ha⁻¹) e no espaçamento de 80 cm a menor média do volume da MST (10,82 t ha⁻¹), significa dizer que a resposta da matéria seca total com o aumento do espaçamento entrelinhas, teremos uma redução da produtividade de MST.

Figura 14- Matéria seca total (MSTt) de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entrelinhas



Na figura 15, estão expostos os dados de MST, com diferentes médias com espaçamento entre plantas adotados no experimento. Observa-se que houve diferença significativa entre os três espaçamentos, o que apresentou maior média foi o de 8 cm (16,99 t ha⁻¹) seguido pelo espaçamento de 12 cm, com o resultado de 12,66 t ha⁻¹, o espaçamento que obteve a menor média foi o de 16 cm (9,73 t ha⁻¹) entre plantas.

Figura 15- Matéria seca total (MST) de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste - CE) em diferentes espaçamentos entre plantas



5 CONCLUSÃO

O genótipo de sorgo sacarino BRS 506 apresentou melhores índices de biomassa sendo recomendada para plantio no semiárido nordestino, adotando-se o espaçamento entrelinhas de 50 cm e o espaçamento entre plantas de 8 cm, tendo-se uma população de 240.000 plantas por hectare.

REFERÊNCIAS

ALMODARES, A.; HADI, M.R. Production of bioethanol from sweet sorghum: a review. **African Journal of Agricultural Research**, v.4, n.9, p.772-780, 2009. Disponível em: <<http://www.academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text-pdf/6DDEDD738826>>.

ALBUQUERQUE, C. J. B.; PARRELLA, R. A. C.; TARDIN, F. D.; BRANT, R. S.; SIMÕES, D. A.; FONSECA JÚNIOR, W. B.; OLIVEIRA R. M.; JESUS, K. M. (2010) **Potencial forrageiro de cultivares de sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais**. Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 28; Simpósio Brasileiro sobre Lagarta do Cartucho, 4, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, p. 2219-2224.

ALBUQUERQUE, C. J. B.; PINHO, R. G. V.; RODRIGUES, J. A. S.; BRANT, R. S.; MENDES, M. C. Espaçamento e densidade de semeadura para cultivares de sorgo granífero no semiárido. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p.278-285, 2011a.

ALBUQUERQUE, C. J. B.; VON PINHO, R. G. V.; RODRIGUES, J. A. S.; BRANT, R. S.; Espaçamento entre fileiras e Densidade de semeadura do Sorgo forrageiro para a região norte de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 494-501, 2011b.

ALBUQUERQUE, CARLOS JULIANO et al. Sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 2012.

ARAÚJO FILHO, J. A., SOUSA, F. B., CARVALHO, F. C. **Pastagens no semi-árido: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável**. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável, 1995. Brasília, DF. Anais... Brasília:SBZ, 1995. p.63-75.

ARAÚJO, S. M. S. A REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. **Rios Eletrônica- Revista Científica**, ano 5 n. 5, 2011.

BAUMHARDT, R. L.; HOWELL, T. A. Seeding practices, cultivar maturity, and irrigation effects on simulated grain sorghum yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 98, n. 2, p. 462-470, 2006.

CUNHA, S. P; SEVERO FILHO, W. A. S. Avanços tecnológicos na obtenção de etanol a partir de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L.) Moench. **Revista Tecno-Logica**, Santa Cruz do Sul, v. 14, n. 2, p. 69-75, jul-dez. 2010.

DAJUI, L. Developing sweet sorghum to meet the challenge of food, energy and environment.1995. Disponível em: <<http://www.sustainable-agro.com>>. Acesso em: 01 abril 2008.

DINIZ, G. M. M. Produção de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Aspectos gerais. Universidade Federal Rural de Pernambuco. **Mestrado em Melhoramento Genético**

de

Plantas. Recife, PE. 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Brasília DF. Programa Nacional de Pesquisa em Energia. Brasília, Assessoria de Imprensa de Relações Públicas, 1980. 42 p.

FILHO, ISRAEL ALEXANDRE PEREIRA; PARRELLA, RAFAEL AUGUSTO DA COSTA; ALOÍSIO, JOSÉ. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH] em diferentes densidades de semeadura visando a características importantes na produção de etanol. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 2, p. 118-127, 2013.

GUIYING, L.; WEIBIN, G.; HICKS, A.; CHAPMAN, K. R. A training manual for sweetsorghum: FAO. Roma: FAO, 2004. Disponível em: Acesso em: 13 nov. 2007.

JONES, O. R.; JOHNSON, G. L. Evaluation of a short season, high density production strategy for dryland sorghum. Texas: USDA-ARS, 1997

LESSA, Bruno França da Trindade. **CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA CURSO DE DOUTORADO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Ceará.

MAGALHÃES, R. T. et al. Produção e composição bromatológica de vinte e cinco genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Arq. bras. med. vet. zootec**, v. 62, n. 3, p. 747-751, 2010.

MOREIRA, L. R. Biocombustíveis: abastecer o debate sobre os rumos da política energética. *Revista Princípios*. Sao Paulo. Ed. 105, p. 50-54, Jan/Fev. 2010.

NAIK, S. B.; GOUD, V. V.; ROUT, P. K.; DALAI, A. K. Production on first and second generation biofuels: a comprehensive review. *Renewable and sustainable energy reviews*, v. 14, p. 579-597, 2010.

OLIVEIRA, A. J. de; RAMALHO, J. (Coord.). Plano Nacional de Agroenergia: 2006 - 2011. 2. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110 p

PARRELLA, R. A. da C.; MENEGUCI, J. L. P.; RIBEIRO, A.; SILVA, A. R.; PARRELLA, N. L. D.; RODRIGUES, F. D. T.; SCHAFFERT, R. E. **Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em diferentes ambientes visando à produção de etanol** XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia. Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-Room. p. 2858-2866. 2010.

PRASAD, S.; SINGH, A.; JOSHI, H. C. Ethanol as an alternative fuel from agricultural, industrial and urban residues. *Resources Conservation and Recycling*, Amsterdam, v. 50, n. 1, p. 1-39, 2007a.

PURCINO, A. A. C. Sorgo sacarino na Embrapa: histórico, importância e usos. Embrapa Agroenergia, **Agroenergia em revista**. Ano II, n. 3, ago. 2011.

RAUPP, A. A. A.; CORDEIRO, D. S.; PETRINI, J.A.; PORTO, M. P.; BRANÇÃO, N.; SANTOS FILHO, B. G. A cultura do sorgo sacarino na região sudeste do Rio Grande do Sul. Pelotas: EMBRAPA-UEPAE de Pelotas: UFPEL, 1980. 16 p. (EMBRAPA-UEPAE de Pelotas. Circular técnica, 12).

RIBAS, P. M. Sorgo: introdução e importância econômica. **Embrapa Milho e Sorgo. Documentos**, 2003.

SOUZA, C. C. D., DANTAS, J. P., SILVA, S. D. M., SOUZA, V. C., ALMEIDA, F. A., & SILVA, L. D. (2005). Produtividade do Sorgo granífero cv. sacarino e qualidade de produtos formulados isoladamente ou combinados ao caldo de cana-de-açúcar. *Ciênc.Tecnol. Aliment*, 25(3),287-293.

SKONIESKI, F. R.; NORNBORG, J. L.; AZEVEDO, E. B.; DAVID, D. B.; KESSLER, J. D.; MENEGAZ, A. L. Produção, caracterização nutricional e fermentativa de silagens de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences, v. 32, n. 1, p. 27-32, 2010.

SMITH, G. A.; BUXTON, D. R. Temperate zone sweet sorghum ethanol production potential. *Bioresource Technology*, Essex, v. 43, p. 71-75, 1993.

SOUZA, C. C. D., DANTAS, J. P., SILVA, S. D. M., SOUZA, V. C., ALMEIDA, F. A., & SILVA, L. D. (2005). Produtividade do Sorgo granífero cv. sacarino e qualidade de produtos formulados isoladamente ou combinados ao caldo de cana-de-açúcar. *Ciênc.Tecnol. Aliment*, 25(3),287-293.

SOUZA, V. F.; PARRELLA, R. A.; PORTUGAL, A. F.; TARDIN, F. D.; DURÃES, N. N. L.; SCHAFFERT, R. E. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em duas épocas de plantio no norte de Minas Gerais visando a produção de etanol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6., 2011, Búzios. Panorama atual e perspectivas do melhoramento de plantas no Brasil. [Búzios]: SBMP, 2011. 1 CD-ROM.

PARRELLA, R.A.C. **Sorgo sacarino: Alternativa para a produção de etanol**. Dia de campo na TV/Embrapa. 2010a. Disponível em: <<http://hotsites.sct.embrapa.br/diacampo/programacao/2010/sorgo-sacarino-alternativa-para-a-producao-de-etanol>>. Acesso em 9.Set.2016.

PARRELLA, R.A.C.; MENEGUCI, J.L.P.; RIBEIRO, A.; ADELMO R. SILVA, A.R.; PARRELLA, N.L.D.; JOSÉ A. DOS S. RODRIGUES, J.A.S.; TARDIN, F.D.; SCHAFFERT, R.E. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em diferentes ambientes visando a produção de etanol. Resumos... In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo; IV Simpósio Brasileiro sobre a Lagarta do Cartucho. Goiânia: ABMS, 2010.

TABOSA, J.N.; REIS, O.V.; NASCIMENTO, M.M.A.; LIMA, J.M.P.; SILVA, F.G.; SILVA FILHO, J.G.; BRITO, A.R.M.B.; RODRIGUES, J.A.S. O sorgo sacarino no Semi-Árido brasileiro: Elevada produção de biomassa e rendimento de caldo.

Resumos... In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo; IV Simpósio Brasileiro sobre a Lagarta do Cartucho. Goiânia: ABMS, 2010.

TABOSA, J.N.; SILVA, F. G.; NASCIMENTO, M. M. A.; BARROS, A. H. C.; BRITO, A. R.M. B.; SIMPLÍCIO, J. B. Genótipos de sorgo forrageiro no semiárido de Pernambuco e Alagoas – estimativas de parâmetros genéticos de variáveis de produção. In: XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Águas de Lindóia, SP. 2012 **Anais...** Águas de Lindóia: ABMS, 2012. P. 2519- 2525.

TEETOR, V. H.; DUCLOS, D. V.; WITTENBERG, E. T.; YOUNG, K. M.; CHAWHUAYMAK, J.; RILEY, M. R.; RAY, D. T. Effects of planting date on sugar and ethanol yield of sweet sorghum grown in Arizona. **Industrial Crops and Products**, v. 34, p. 1293-1300, 2011.